MÉMOIRE SUR L'ÉTAT DE COMBINAISON DU SOUFRE DANS LES EAUX MINÉRALES...

Pierre François Guillaume Boullay,
Etienne Ossian Henry

appuyé de leurs propres observations la théorie si simple et si satisfaisante qu'Anglada avait consacrée

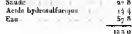
Il était donc bien admis que le principe sulfureux, dans les sources des Pyrénées, existe à l'état d'un sulfure sodique, lorsque M. le docteur Fontan, en 1838, publia un Mémoire remarquable sur plusieurs eaux minérales des Pyrénées, dont l'objet principal était l'étude des sources de Bagnères-de-Luchon

M. Fontan, dans cet ouvrage, contesta les idées reçues pour y substituer son opinion particulière. Selon lui, ce n'était point à l'état de simple sulfure, ou d'hydrosulfate, que le principe sulfureux se trouve combiné dans les eaux sulfureuses des Pyrénées, mais bien à l'état de *sulfhydrate de sulfure sodique*, ou, selon l'ancienne expression, de *bihydrosulfate de soude*

Par cette théorie, M. Fontan pensait expliquer plus facilement certains phénomènes que présentent plusieurs de ces eaux, principalement le blanchiment de la source de la Reine à Luchon, et de celle de Cadéac, le bleuissement des eaux d'Ax, phénomènes qui s'expliquent toutefois très-bien, d'après la manière de voir d'Anglada

La substitution que fait M. Fontan du sulfhydrate de sulfure au sulfure simple, n'est appuyée, d'ailleurs, d'aucune expérience propre à la rendre incontestable. C'est une pure supposition, ainsi qu'il nous l'a lui-même exprimé, mais qui lui paraît si claire et si plausible, qu'il n'a pas cru nécessaire d'en établir matériellement la preuve.

Les présomptions de M. Fontan ont pu se fortifier de ce que plusieurs traités de chimie ont considéré comme un sulfhydrate de sulfure le produit cristallin, obtenu en traitant la solution de potasse ou de soude caustique par l'acide sulfhydrique, contrairement à Anglada, qui n'y avait reconnu qu'un hydrosulfate neutre. Cette opinion, Anglada l'avait fondée sur l'analyse qu'il avait faite des cristaux en question, et qu'il avait trouvés composés de :



Soude	27 8
Acide hydrosulfurique	14 4
Eau	57 8
	100 0

M. F. Boudet, en 1832 (1), faisant des recherches pour une bonne préparation des eaux de Baréges artificielles, avait étudié avec soin la nature des cristaux qui résultent de la saturation d'une solution de soude caustique par l'acide hydrosulfurique. Ce chimiste a reconnu également que le sel en question, formé d'un atome de soufre et d'un atome de sodium, unis à huit atomes d'eau, est un sulfure simple, ou un *hydrosulfate neutre*, dont la formule est

NaH^8S, et le poids atomique	604,56	40,20
8 Aq.	899,84	59,80
	1504,40	100,00

C'est donc la formule NaS, à laquelle M. Fontan persiste à substituer celle NaS, H^2S.

Nous-mêmes, en 1840, dans l'examen d'un Mémoire de M. Fontan, adressé à l'Académie, ayant pour objet spécial les améliorations dont l'établissement de Bagnères-de-Luchon était susceptible, et dans lequel les idées de M. Fontan, sur le soufre à l'état de sulfhydrate de sulfure, étaient reproduites, nous en avons contesté la réalité.

Nous disions que si la présence du sulfhydrate de sulfure pouvait servir à expliquer la coloration accidentelle des eaux, leur blanchiment et leur retour à l'état limpide, dans des circonstances déterminées, on pouvait aussi bien admettre avec Anglada, que, sous l'influence de l'air et de l'acide carbonique qu'il contient, l'acide sulfhydrique pouvait se dégager peu à peu du sulfhydrate de soude simple, et que cette portion d'acide, devenue libre, rendrait raison de la précipitation du soufre, aussi bien que de la coloration en jaune verdâtre.

De plus, on sait que le sulfhydrate de sulfure de sodium, dissous dans l'eau, abandonne la moitié de son principe sulfureux à la température de l'ébullition. On sait encore qu'Anglada n'a pu dégager par la chaleur, des eaux sulfureuses qu'il a analysées, que de très-faibles quantités d'acide hydrosulfurique, et que la solution artificielle du sulfhydrate simple, hydrosulfate de soude, s'est comportée de la même manière.

(1) Voyez *Journal de Pharmacie*, t. XVIII, p. 39.

Nous ajoutions qu'il restait à M. Fontan, pour justifier sa théorie, de démontrer par l'analyse que les eaux sulfureuses des Pyrénées ne contiennent qu'une proportion de sodium contre deux de soufre.

Malgré l'opinion qui nous était personnelle, et peu favorable aux idées émises par M. Fontan, et qui ont été plus ou moins adoptées, nous avons pensé qu'il serait utile de faire cesser l'indécision à ce sujet. Il fallait donc, par de nouvelles expériences, fixer définitivement ce point de la science que M. Fontan a remis en question. Tel est le but des nombreux essais que nous allons rapporter.

I. EXPÉRIENCES.

Hydrosulfate de soude. — Des cristaux très-purs d'hydrosulfate de soude, préparé selon le procédé d'Anglada, desséchés avec soin dans des feuilles de papier Joseph, ne répandaient aucune odeur sensible tant qu'ils ont été privés du contact de l'air. On leur a fait subir l'action de divers réactifs.

1° L'acide arsénieux n'a pas formé de précipité jaune dans la solution de ce sel.

2° Les acides en ont dégagé de l'acide sulfhydrique sans précipitation de soufre, lorsque le sel en question était parfaitement pur.

3° Mis en contact avec l'hydrogène, à l'abri de l'air, il n'y a eu aucun dégagement sulfureux.

4° Le soufre s'y est dissous en le colorant en jaune.

5° L'argent métallique très-divisé, agité dans la solution d'hydrosulfate de soude, dans un flacon entièrement plein, ne lui a rien enlevé de son principe sulfureux.

6° Le peroxyde de manganèse, dans les mêmes circonstances, agit peu à peu sur l'hydrosulfate, en élimine du soufre, qui se dissout dans la portie du sel restée intacte, et la colore en jaune. Peut-être se produit-il, en outre, du sulfate ou de l'hyposulfite.

7° Les solutions salines d'argent, de cuivre, de bismuth, de plomb, de fer protoxydé, précipitent tout le soufre sous forme de sulfures noirs ou brun foncé.

Le sulfate de zinc précipite aussi tout le soufre en un dépôt blanc hydraté.

Le sulfate de manganèse par donne un dépôt rose couleur de chair, également à l'état de sulfure. La liqueur ne retient que des traces de sel sulfureux soluble.

8° L'hydrosulfate de soude employé (1) a été analysé, d'une part à l'aide du nitrate d'argent cristallisé, pour obtenir le soufre en sulfure après le lavage à l'ammoniaque et la dessiccation ménagée (opération qui fait toujours perdre des traces de soufre), d'autre part, avec l'acide sulfurique ou chlorhydrique. Après cette opération, le résidu séché repris par l'eau, fut évaporé de nouveau et calciné, et l'on eut soin, pendant les deux derniers périodes de la calcination, d'arroser plusieurs fois avec de l'ammoniaque, afin d'enlever tout excès d'acide. Le produit définitif donna le poids de la soude en sulfate et en chlorure. La composition obtenue fut constamment celle d'un hydrosulfate neutre, tel qu'il est reconnu par les chimistes, et s'exprimant par la formule $Na\,S\,H^2$

9° Nous avons pris ensuite le produit calciné d'un mélange de sucre pur et de sulfate de soude anhydre. Le sulfure rose de chair qui s'est produit a été dissous dans l'eau à l'abri de l'air, et évaporé dans le vide pneumatique, en présence de corps hygrométriques. Il en est résulté de très-beaux cristaux prismatiques, ayant tous les caractères de l'hydrosulfate de soude neutre, et présentant, par l'analyse, la composition de ce sel.

Hydrosulfate de sulfure. — Pour obtenir, comme objet de comparaison du sulfhydrate de sulfure sodique, nous avons eu recours à plusieurs méthodes.

1° En décomposant une solution *titrée* d'hydrosulfate de baryte, par une quantité convenable de bioxalate de soude ou de bisulfate alcalin, le tout dans un vase entièrement isolé du contact de l'air.

2° En ajoutant dans une liqueur, également *titrée*, d'hydrosulfate de soude, un poids de bisulfate alcalin, tel que la moitié seulement de l'acide sulfurique put être isolée, et put se com-

(1) On a eu soin de tenir compte à part des traces de chlorure de sodium qu'il pouvait contenir.

biner avec l'autre moitié d'hydrosulfate intacte, les décompositions s'opérant toujours sans contact d'air dans des flacons pleins dont les bouchons étaient fortement assujettis, car il se fait un dégagement de gaz sulfhydrique qui forme une sorte d'ébullition, et n'est retenu en grande partie que par l'effet de la pression à laquelle il est soumis. Le produit liquide évaporé, toujours sans communication avec l'air, laisse dégager de l'acide sulfhydrique, et il ne reste que de l'hydrosulfate à peu près neutre.

L'hydrosulfate de sulfure sodique ne paraît pas susceptible de cristalliser. Il répand une odeur très-forte d'acide hydrosulfurique. On sait que dans la préparation de l'hydrosulfate de soude, en faisant passer un courant prolongé de gaz hydrogène sulfuré dans de la soude caustique à 25 degrés, la liqueur refuse très-souvent de cristalliser, à moins qu'on ne l'expose à une certaine chaleur, et qu'elle ne perde ainsi une partie de l'acide sulfhydrique qui la sursaturait.

Le bihydrosulfate de soude en dissolution, tel que nous l'avons obtenu par les diverses méthodes que nous avons indiquées, a les caractères suivants :

1° Une odeur très-prononcée d'acide hydrosulfurique ;

2° Traité par l'hydrogène, il laisse dégager de l'hydrogène sulfuré et également par le soufre. Alors la liqueur devient un polysulfure jaune, pouvant précipiter du soufre par les acides, en même temps qu'elle dégage de l'acide sulfhydrique ;

3° L'argent métallique, agité dans un flacon exactement bouché, de ce sulfhydrate de sulfure, lui enlève du soufre et ramène le sel à l'état neutre ;

4° Exposée à l'air, la solution de ce sel devient louche d'abord, puis le soufre se redissout dans une partie de l'hydro-sulfate et le fait passer à l'état de polysulfure, il se produit, en même temps, comme avec le sulfhydrate neutre, de l'hyposulfite, du sulfate, etc. ;

5° L'acide arsénieux n'occasionne aucun précipité jaune, ni aucune coloration dans la solution du sulfhydrate de sulfure ;

6° Les sels métalliques de plomb, de cuivre, d'argent, de bismuth, y forment des précipités noirs, en s'emparant de tout le soufre contenu dans le sel ;

7° Le sulfate de zinc fait dans la solution étendue de sulfhydrate de sulfure un précipité blanc, et laisse un peu d'acide sulfhydrique dans la liqueur. Ce résultat ne surprendra pas, puisque ce sel, malgré l'opinion contraire, consignée dans plusieurs ouvrages de chimie, précipite en grande partie, en blanc, l'acide hydrosulfurique libre. Dans la solution concentrée de ce bisel, la précipitation est peu sensible;

8° Quant au sulfate de manganèse pur, versé dans le sulfhydrate de sulfure, il n'y produit pas de précipité si la liqueur est peu étendue. Dans le cas contraire, il s'y forme un dépôt de sulfure de manganèse, et la liqueur claire qui surnage retient à peu près la moitié de l'acide sulfhydrique contenu dans le sel soumis à l'expérience;

9° Si l'on distille isolément les solutions de sulfhydrate simple et de sulfhydrate de sulfure, ainsi préalablement traitées par le sulfate de manganèse, on voit que la première ne laisse dégager que des traces légères d'acide hydrosulfurique, dues à ce que le sulfure manganeux en perd une petite quantité par son ébullition dans l'eau, tandis qu'avec la seconde, composée de bihydrosulfate, on volatilise une portion de cet acide, à peu près égale à la moitié de celle qui constitue ce sel sulfureux.

On peut juger par les expériences que nous venons de rapporter avec détail, des différences tranchées qui caractérisent et qui distinguent le sulfhydrate neutre du sulfhydrate de sulfure sodique, et qui ne permettent pas de confondre ces deux sels.

II. APPLICATION AUX EAUX SULFUREUSES.

Il s'agit maintenant d'appliquer les recherches que nous avons faites sur le sulfhydrate simple et sur le sulfhydrate de sulfure, préparés artificiellement dans nos laboratoires, à l'étude des sources sulfureuses, si abondantes dans les Pyrénées. On sait qu'elles offrent entre elles une grande similitude de composition. Il faut rechercher par l'expérimentation si le principe sulfureux qui les minéralise y existe en réalité à l'état de sulfure neutre, ou bien sous celui de sulfhydrate de sulfure, selon l'opinion avancée par M. Fontan. L'odeur sulfureuse, si peu sensible au griffon des sources, est déjà peu favorable à la supposition d'un sulfhydrate de sulfure.

Éloignés des sources où l'un de nous n'a séjourné que peu d'instants, nous avons d'abord opéré sur des eaux naturelles transportées, dont plusieurs espèces nous sont parvenues intactes, dans des flacons bouchés en cristal. Nous citerons particulièrement celles de Barzun-Baréges, dont l'analyse va nous occuper. Un moyen, d'ailleurs, s'est offert pour suppléer à l'éloignement, et nous mettre à même d'opérer sur les lieux où se fait l'émission des eaux.

MM. Pailhasson père et fils, expérimentateurs habiles et consciencieux, nous ont offert leur concours, et ces chimistes ont mis le plus grand zèle à exécuter à Baréges, à Saint-Sauveur et à Cauterets, les expériences dont nous leur avions fourni le programme, et qui étaient nécessaires pour contrôler et corroborer celles que nous faisions à Paris avec sous de certitude. Nous exprimons ici tous les remercîments que méritent nos confrères de Lourdes, pour leurs soins et l'exactitude de leurs résultats. Aussi doit-on les considérer comme ayant une part réelle dans ce que cette partie de notre travail pourrait offrir de positif pour éclairer la question qui nous occupe.

III. EXPÉRIENCES AUX SOURCES.

Après avoir déterminé, dans l'eau puisée au griffon de chacune des sources de Baréges, de Barzun et de Cauterets, la richesse sulfureuse à l'aide du sulfhydromètre, une certaine quantité de chaque espèce a été traitée par un excès de sulfate de manganèse pur. On a laissé former le dépôt à l'abri du contact de l'air pour isoler un poids connu du liquide, qui fut ensuite soumis à l'essai sulfhydrométrique. Dans toutes les épreuves, le sulfhydromètre n'accusa que des quantités extrêmement faibles d'acide hydrosulfurique.

D'autre part, on a pris des quantités semblables de ces diverses eaux minérales, on y a ajouté, comme précédemment, un excès de sulfate de manganèse pur, et la liqueur éclaircie, décantée avec soin, a été soumise à la distillation. Le produit volatil recueilli dans une solution d'azotate d'argent, très-ammoniacale, n'a fourni que des traces peu sensibles d'acide sulfhydrique.

Nous avons passé sous silence une partie des expériences faites sur les lieux, en nous attachant aux plus concluantes. On a vu suffisamment qu'en opérant sur les eaux naturelles, à Barzun, à Baréges, à Cauterets, les résultats ont été les mêmes qu'avec le sel destiné à reproduire ces eaux artificiellement, et que ce sel est bien évidemment un hydrosulfate de soude neutre, et non un sulfhydrate de sulfure sodique. Nous pensons, en outre, avoir distingué et caractérisé ces deux sels d'une manière plus précise qu'on ne l'avait fait jusqu'ici.

En conséquence, nous sommes autorisés à conclure :

1° Que dans les eaux minérales des Pyrénées, à l'étude desquelles nous avons donné nos soins, et nécessairement dans l'ensemble de celles qui jaillissent de cette énorme chaîne, dont l'analogie n'a pas été contestée, et dont l'origine doit être la même, ce n'est pas à l'état d'hydrosulfate de sulfure, ainsi que l'a prétendu M. le docteur Fontan, mais bien à l'état de sulfure neutre de sodium (hydrosulfate de soude), que le principe sulfureux existe ;

2° Que la théorie judicieusement établie par le professeur Anglada, et confirmée par nos expériences, doit rester dans la science comme un fait avéré, comme une explication satisfaisante, pour servir de guide aux praticiens.

Nous ajoutons à ce travail l'analyse de l'eau de Barzun, près Baréges, faite comparativement, soit à la source même, soit à Paris. Cette analyse était déjà terminée lorsque M. le docteur Dupasquier fit connaître un moyen ingénieux et plus certain, pour déterminer la quantité du soufre dans les eaux minérales. De son côté, M. le docteur Gintrac s'était empressé d'appliquer le sulfhydromètre à la plupart des sources des Pyrénées. Il a donc été nécessaire de revoir nos résultats et de nous contrôler nous-mêmes, avant d'arriver à la publication de cette analyse. Elle vient compléter l'examen que M. le professeur Bérard, de Montpellier, avait déjà fait de cette source.

ANALYSE DE L'EAU DE BARZUN.

La source de Barzun (1), en usage depuis une douzaine d'années, est située sur la rive droite du Bastan, en montant de Luz à Baréges, à moins d'un kilomètre de distance de cette célèbre localité thermale, située sur l'autre rive du torrent.

L'eau de Barzun sourd de bas en haut en nappe, et fournit environ 3600 litres à l'heure, par un seul griffon. Elle sort d'une espèce de talc, terrain superposé à la roche calcaire qui forme la croûte de la montagne.

L'établissement, bien bâti et presque neuf, comporte 9 baignoires en marbre, placées dans des cabinets voûtés. On y trouve quatre douches descendantes, avec chute d'environ 2 mètres, à une température variable de 27 à 30 degrés centigrades.

L'eau de Barzun est d'une limpidité parfaite, elle est très peu gazeuse, petille dans le verre. Au griffon de la source, elle dégage de l'air très surchargé d'azote, et un peu d'acide carbonique.

Son odeur est celle des œufs cuits, sa saveur sulfureuse est prononcée, moins désagréablement cependant que celle des sources fortes de Baréges, on la boit plus volontiers, on la supporte plus facilement.

Sa température, quand nous l'avons visitée, marquait, au point d'émergence, 30,50 centigrades. L'atmosphère étant à 28. A la buvette, nous n'avons trouvé que 29 degrés.

Soit au griffon, soit à la buvette, l'eau de Barzun entraîne avec elle beaucoup de barégine, mêlée de parties blanches analogues à la sulfuraire.

Essayée par quelques réactifs, elle a ramené au bleu le papier de Tournesol, rougi par un acide.

L'eau de Barzun a fourni un précipité brun par l'acétate de plomb basique, et plus abondamment par le nitrate d'argent.

La solution d'émétique l'a précipitée en jaune, l'acétate de cuivre, en couleur fauve.

L'acide arsenieux n'y a formé un dépôt jaune de sulfure d'ar-

---

(1) On a donné à la source le nom du propriétaire, M. Barzun, plus ancien à Baréges, qui a fondé l'établissement et qui le dirige.

seme que par l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique.

Par le chlorure de baryum, un précipité abondant, par l'azotate d'ammoniaque, un effet à peine sensible, par l'ammoniaque, nul effet. L'eau de chaux et l'eau de baryte l'ont troublée au bout de quelques heures.

Ces essais se sont trouvés conformes à ceux qui ont été répétés sur l'eau de Barzun, transportée et soumise aux mêmes épreuves.

Expériences sur l'eau transportée.

1° L'eau qui nous avait été expédiée par MM. Pailhasson, puisée avec soin à la source, et contenue dans des flacons pleins et bien bouchés, était limpide, sauf quelques flocons blanchâtres répandus dans la masse. Ainsi que nous l'avons déjà dit, cette eau paraissait intacte, et pourvue de la totalité de son principe sulfureux. On peut donc la considérer comme très-facilement transportable.

2° Exposée à l'air, elle s'est légèrement troublée en blanc, en dégageant un peu de gaz sulfhydrique, manifesté par la teinte noire qu'a prise un papier trempé dans l'acétate de plomb, et suspendu près de sa surface.

3° Chauffée dans un petit ballon, elle a dégagé un peu d'odeur hydrosulfurique, sans se troubler. Un acide versé dans l'eau de Barzun avive son odeur sulfureuse.

4° 2125 grammes d'eau de Barzun ont été traités sur les lieux par l'azotate d'argent, le précipité de sulfure d'argent recueilli et lavé à plusieurs reprises par de l'ammoniaque caustique, et séché avec soin à 120 degrés centigrades,

Pesait	0,183
Ce qui équivaut, pour 1000 grammes d'eau, à	0,086

1000 grammes de l'eau expédiée ont fourni par le même moyen :

Sulfure d'argent	0,0085
Équivalant à soufre	0,01188 (1)
Pour sulfure sodique à	0,02658

La différence est peu considérable. L'eau de Barzun avait donc

(1) Le sulfure d'argent est compté d'après Berzelius, à 12,96 de soufre pour 100.

subi le moins de perte possible par le transport d'un point aussi éloigné, et après plusieurs mois de conservation.

Mais de nouveaux essais par le sulfhydromètre ont amélioré les résultats, et donné plus de valeur à l'eau de Barzun, comme eau sulfureuse. M. le docteur Gintrac, par cette nouvelle méthode, a porté la quantité de sulfure de sodium à 0,0303

MM. Pailhasson, que nous avons priés de répéter plusieurs fois l'expérience à la source, par le même procédé, l'ont trouvé égal à 0,0330. C'est ce dernier terme que nous avons adopté comme faisant partie essentielle des recherches dont notre travail se compose (1).

Le sulfate de manganèse pur, ajouté à l'eau de Barzun, sans le contact de l'air, y produit, au bout de plusieurs heures seulement, un louche, puis un dépôt blanc rosé qui, recueilli et lavé avec soin, a été mis sous le mercure dans une très-petite éprouvette, où l'on a fait arriver quelques gouttes d'eau acidulée. Il s'est fait une légère effervescence. On a vu des flocons siliceux. Le gaz, lavé et privé de son odeur hépatique, a donné des traces d'acide carbonique.

Le sulfate de manganèse avait donc produit un précipité de sulfure manganeux, de silicate, et des traces de *carbonate du même métal*.

Le précipité formé par le chlorure de baryum, bien lavé, et mis de même sous le mercure, a aussi fourni une trace de carbonate (2).

---

(1) On accuse souvent d'inexactitude les auteurs d'analyses, parce que les proportions annoncées sont plus ou moins variables. Cela ne prouve rien contre leur précision. Tant de causes peuvent changer la proportion des principes minéralisateurs des eaux minérales, les variations de température, l'état hygrométrique de l'atmosphère, et surtout encore les pluies ou la fonte des neiges. Il faut donc, en répétant plusieurs fois l'analyse d'une même eau minérale, s'arrêter à la moyenne des proportions, quand elles offrent des quantités différentes, malgré la confiance que peuvent inspirer les chimistes qui les ont faites; et autant que possible il faut opérer pendant la saison chaude, en juillet, août ou septembre.

(2) M. Aubergier a démontré de son côté qu'une partie de la soude dans les eaux sulfureuses des Pyrénées, était à l'état de carbonate, conformément à l'opinion d'Anglada, et contradictoirement à celle de M. Longchamp qui l'admet à l'état caustique.

Enfin, l'eau de Barzun, additionnée de trois fois son volume d'alcool, à 36°, a laissé former un louche blanchâtre, très-lent à se séparer, et offrant à l'analyse quelques traces de carbonates, de silicates de soude et de chaux, des sulfates de chaux et de soude, etc.

L'alcool retenait des chlorures de sodium, de potassium et de magnésium, la majeure partie de la matière organique (glairine ou barégine), ainsi que l'hydrosulfate alcalin à base de soude.

L'eau de Barzun présente une alcalinité non douteuse.

Évaporée avec précaution à l'air, elle a laissé, pour 1000 grammes, un résidu jaunâtre, d'une odeur de bouillon d'abord, puis de sulfite. Ce résidu pesait 0 gramm. 322.

Il contenait { 0,216 en principes solubles dans l'eau
{ 0,106 en matières insolubles.

Ce résidu faisait une effervescence assez marquée avec les acides, en répandant une odeur d'acide sulfureux.

Nous n'entrerons pas dans le détail fastidieux des expériences qui nous ont démontré, dans le résidu de l'évaporation à l'air libre de l'eau de Barzun, *des chlorures de sodium, de magnésium et de potassium, du soufre, des vestiges de sulfure et d'hyposulfite alcalin, du carbonate et du silicate de soude, des sulfates de soude, des traces de fer, de la matière organique azotée et sulfurée, accompagnant les produits solubles et insolubles, des carbonates terreux en petite quantité, enfin, de la silice, et probablement un peu d'alumine.*

L'eau de Barzun est donc minéralisée d'après la loi qui régit l'ensemble des eaux sulfureuses des Pyrénées. Sa composition, d'après les appréciations de notre analyse, peut être représentée, pour un litre ou 1000 grammes, par la formule suivante :

Sulfure de sodium	0,03300
Chlorure de sodium Chlorure de potassium, très-sensible Chlorure de magnésium, traces légères	0,11700
Sulfate de soude Sulfate de chaux Carbonate de soude	0,06400
Silicate de soude Carbonate et silicate de chaux	0,10600
Oxyde de fer Glairine ou barégine	0,03000
Total	0,35000

On voit que l'eau de Barzun se rapproche, par sa force sulfureuse, de celles qu'à Baréges on considère comme les plus actives, les bains neufs et l'entrée, tandis qu'elle n'est pas plus chaude que celle de la Chapelle, qui est bien moins chargée. Elle offre, d'ailleurs, quelques différences dans sa composition générale, telles que la présence d'un peu de fer, plus de gaz, et peut-être aussi une plus forte proportion de matière organique, auxquelles on pourrait attribuer la qualité qu'on lui prête, d'être plus douce et plus facile à supporter. Elle la doit aussi sans doute à sa température modérée, qui rend en général plus efficaces les eaux qui la possèdent, quelle que soit d'ailleurs la nature de leurs éléments.

L'eau de Barzun a de la stabilité (1), lors même qu'elle est

---

(1) Pour toutes espèces d'eaux sulfureuses thermales, nous attachons beaucoup d'importance à l'examen comparatif au griffon, à la buvette, et aux robinets des baignoires. On se ferait difficilement une idée des altérations dont la plupart sont susceptibles, pendant un trajet même assez court, dans des conduits où l'air circule avec l'eau minérale, et même dans des tuyaux d'un diamètre analogue au volume d'eau qui les traverse.

Il y a deux causes qui agissent dans cette circonstance d'une manière très puissante : l'oxygène de l'air, dont on doit tenir grand compte, mais également l'abaissement de la température qui se produit toujours plus ou moins, et pendant lequel l'action destructive de l'oxygène est plus prononcée. Cet effet du refroidissement est moins marqué sur les eaux qui n'excèdent pas 30 degrés ; il est tout-puissant sur les eaux très-chaudes.

Une source à 66° comme celle de Bayen à Bagnères-de-Luchon, est d'une mobilité extrême et d'une altération rapide, non seulement par le contact de l'air, mais aussi par son prompt refroidissement. Celles des Espagnols, de César et de Mahourat à Cauterets, qui varient de 45 à 50, doivent avoir une susceptibilité analogue, moindre peut-être, parce que la proportion de soufre ne se trouve pas en raison de leur degré de chaleur. (L'opinion qu'une eau sulfureuse contient le soufre en proportion relative à sa température serait erronée. L'examen comparé des analyses prouve le contraire. C'est ainsi que la source de Labassère est égale en force sulfureuse à celle de la douche de Baréges et de la grotte à Luchon, dont l'une porte 45 degrés, et l'autre 50.)

L'eau de Bruzaud à Cauterets, signalée par M. Orfila comme très sulfureuse à sa source, ne lui a plus offert de traces de soufre lorsqu'elle est parvenue dans l'établissement, à travers une espèce d'aqueduc en mauvais état, dans une longueur de 150 mètres. Ce savant professeur a proposé

refoulée et transportée au loin, ce qui contribuera nécessairement à la répandre.

---

de remédier à ce grave exemple de détérioration, en faisant descendre l'eau sulfureuse dans des tuyaux en verre, d'un diamètre inférieur au volume de la source, et en enveloppant ces tuyaux d'une couche de charbon pour s'opposer au refroidissement. Ce perfectionnement doit avoir été appliqué au grand et bel établissement nouvellement construit à Cauterets au pied de la montagne au sommet de laquelle sont les Césars et les Espagnols. Nous dirons toutefois que l'amélioration proposée par M. Orfila sera suffisante pour que l'eau minérale, descendue de la montagne dans un tube de verre ou de porcelaine d'un petit diamètre entouré de charbon, reste intacte. Nous avons proposé et nous en donnâmes le conseil à M. le docteur Buron, dans la seule journée que nous ayons pu consacrer à cette localité, en 1839, que le tuyau dans lequel l'eau serait en charge, ou introduite seulement aux heures du service, fût placé dans un autre tube d'une largeur double, qui serait échauffé d'avance et entretenu à la même température par le trop plein des sources.

La Raillère nous a offert un exemple frappant de l'altération des eaux sulfureuses dans le plus court trajet, par l'effet du refroidissement. A la buvette qui est immédiate au griffon, l'eau de la Raillère forme avec le sous-acétate de plomb et le nitrate d'argent des précipités noirs considérables. Au contraire, à la première baignoire cet effet est déjà sensiblement diminué; il l'est considérablement et de manière à faire penser que l'eau a perdu la moitié de sa force au robinet de la baignoire la plus éloignée. Nous avons aussi observé cet effet du parcours aux eaux Bonnes, mais d'une manière moins marquée.

PARIS. — IMPRIMERIE DE PAIN ET THUNOT,
IMPRIMEURS DE L'UNIVERSITÉ ROYALE DE FRANCE,
Rue Racine, 28, près de l'Odéon.